

# De sociale konstruktie van gebruiksvoorwerpen

Citation for published version (APA):

Bijker, W. E., & van Oost, E. (1983). De sociale konstruktie van gebruiksvoorwerpen. *Wetenschap & samenleving*, April, 27-34.

## Document status and date:

Published: 01/01/1983

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# De sociale konstruktie van gebruiksvoorwerpen

\*Wiebe Bijker en Ellen van Oost

In de jaren '60 profileert de techniekgeschiedenis zich als een zelfstandige wetenschappelijke discipline, gekenmerkt door een interdisciplinaire en komparatieve aanpak. Daarvoor was de techniekgeschiedenis vooral het terrein van de gepensioneerd ingenieurs met historische belangstelling (1). Naast de techniekgeschiedenis is er een tweede discipline die zich bezig houdt met techniekonderzoek; we duiden deze discipline aan met het etiket 'innovatie-onderzoek'. De — meestal impliciete — veronderstelling bij dit type onderzoek is dat innovaties de motor vormen van de economie. Het innovatie-onderzoek heeft dan ook als doel, algemene uitspraken te doen over de voorwaarden waaronder een vruchtbare innovatieve situatie ontstaat. Binnen deze studies wordt vaak veel empirisch materiaal verwerkt, meestal echter zonder hierbij een theoretisch kader te gebruiken. Technologische ontwikkeling wordt gezien als een proces dat men kan versnellen of afremmen, maar niet van richting kan doen veranderen (dit zou betekenen dat ook de inhoud en niet alleen het tempo van technische ontwikkeling zich volgens een eigen logika voltrekt waaraan niet te tornen valt (2). Nieuwe technieken moeten gewoon ontdekt

worden, vergelijkbaar met het traditionele beeld van de natuurwetenschappen waarin de natuur haar geheimen aan de wetenschapper prijs geeft.

Parallel aan recente ontwikkelingen in de wetenschapsfilosofie en -sociologie, waarin het ontstaan van wetenschappelijke feiten teruggevoerd wordt tot het nivo van sociale processen waarin wetenschappers en andere betrokkenen met elkaar interacteren, menen we dat ook technische ontwikkelingen op die manier geanalyseerd kunnen worden: techniek wordt sociaal gekonstrueerd. We willen laten zien dat de inhoud van technische vernieuwingen in belangrijke mate bepaald wordt door interacties tussen verschillende sociale groepen die bij zo'n vernieuwing betrokken zijn. De rationele afweging van alternatieven en de toepassing van (zogenaamd) objectieve wetenschappelijke kennis op een regelrechte, bijna deduktieve manier, spelen een ondergeschikte rol: alles is onderhandelbaar! (3)

In dit artikel zullen we een nieuw beschrijvingsmodel voor het ontwikkelingsproces van technische vernieuwingen aanbieden, waarin technische ontwikkelingen beschreven worden als een evolutionair proces van variatie en selectie van oplossingen. We baseren ons hierbij op het materiaal van zes case-studies van technische vernieuwingen (4).

## Sociale groepen

Om de sociale konstruktie van technische gebruiksvoorwerpen (artefakten) (5) te kunnen beschrijven hebben we niet voldeende aan een beschrijving van het ontwikkelingsproces in termen van de technische inhoud van de artefakten, maar moeten we ons concentreren op de betekenis die sociale groepen toekennen aan technische artefakten. We geven een voorbeeld. De Macmillan tweewieler (1838) was de eerste variant van een tweewieler met achterwielaandrijving. Voor zover bekend heeft alleen Macmillan zelf dit type voertuig gebruikt en zijn er verder geen exemplaren van gemaakt. De konstatering dat er geen sociale groepen waren voor wie Macmillans rijwiel de betekenis had van een 'nuttig door

\* Wiebe Bijker en Ellen van Oost zijn beide verbonden aan de onderafdeling Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen van de TH Twente. Het onderzoekproject waaraan de auteurs meewerken, wordt uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen de Technische Hogeschool Twente, onderafdeling Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen, en de Universität von Hamburg, Institut für Social- und Wirtschaftsgeschichte. Het project wordt gefinancierd door de Stiftung Volkswagenwerk (BRD) en de Technische Hogeschool Twente. Dit artikel is een enigszins bewerkte vertaling van een artikel dat verschijnt in een themanummer van het Zeitschrift für Wissenschaftsforschung, gewijd aan de EASST-konferentie, 24-26 september 1982 in Deutschlandsberg, Oostenrijk.

de berijder zelf aangedreven voertuig' is belangrijker voor het begrijpen van het ontwikkelingsproces van de tweewieler dan de konstatering dat de Macmillan tweewieler in technisch opzicht een embryonale vorm van de veiligheidsfiets is (zie figuur 1).

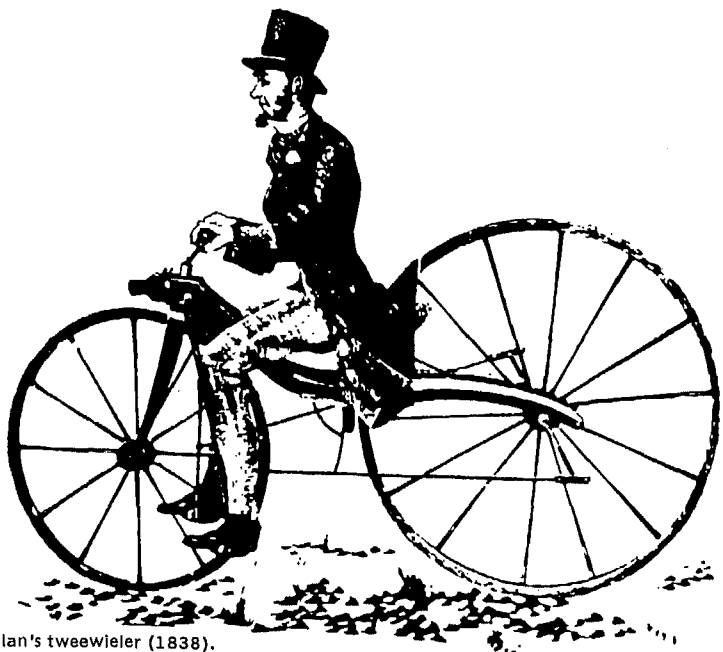
In principe zullen we bij elk artefakt verschillende sociale groepen kunnen vinden (bijvoorbeeld groepen van producenten en konsumenten) die elk hun eigen betekenis toekennen aan de nieuwe vinding doordat ze op verschillende manieren bij het artefakt betrokken zijn. In ons beschrijvingsmodel zien we het ontwikkelingsproces van een technisch artefakt als bepaald door die betekenistoekenningen. Dit sluit niet uit dat zogenaamde 'harde' technische beperkingen geen rol kunnen spelen; het betekent wel dat zo'n beperking alleen een rol in onze beschrijving van het ontwikkelingsproces speelt, als er ook een sociale groep is voor welke het die betekenis heeft. We zullen de betekenistoekenningen van sociale groepen vooral beschrijven in termen van problemen en oplossingen die men ziet met betrekking tot een bepaald artefakt.

De dynamika van het ontwikkelingsproces van een gebruiksvoorwerp zal vooral be-

paald worden door interactie-processen tussen de sociale groepen, waarvoor dat artefakt relevant is. Natuurlijk zullen maatschappelijke processen op een algemener nivo een belangrijke rol spelen. Zo is voor het begrijpen van het ontwikkelingsproces van de Sulzer-weefmachine de snel opkomende concurrentie van de derde wereld textielproductie van belang. Dergelijke maatschappelijke processen zullen van invloed zijn op de sociale groepen, hun interakties en de betekenistoekenningen. In ons beschrijvingsmodel kunnen we echter niet voor een bepaald ontwikkelingsproces van te voren specificeren welke maatschappelijke processen (bijvoorbeeld van economische, kulturele, politieke aard) in de beschrijving opgenomen moeten worden.

### Technische ontwikkeling als een evolutionair proces

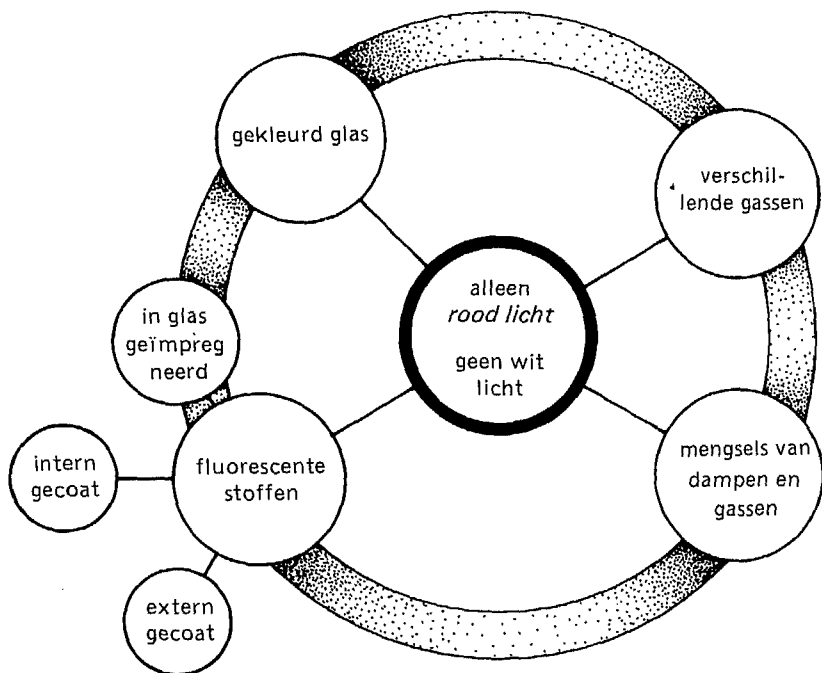
We beschrijven de technische ontwikkeling als een afwisseling van variatie en selectie van technische artefakten. De variatie wordt gegenereerd door problemen die bestaan rondom een artefakt en waarvoor oplossin-



figuur 1: Macmillan's tweewieler (1838).

gen gezocht worden. Om te bepalen welke problemen met betrekking tot een artefakt relevant zijn moeten we, zoals gezegd, allereerst de relevante sociale groepen opsporen. Een probleem is alleen een probleem als er een sociale groep is waarvoor het de betekenis van een probleem heeft. Elke groep zal zijn eigen specifieke problemen hebben die elkaar deels kunnen overlappen. We zullen dit illustreren aan de hand van een gedeelte uit de case-studie van de TL-buis. De neon-gasontladingsbuis werd in 1910 ontworpen door de Fransman André Claude. De dieprode kleur en de mogelijkheid om lengte en vorm te variëren maakten deze neonbuis aantrekkelijk voor lichtreklame. In de groepen van reclamemakers en decorateurs zag men al gauw een beperking van deze lamp: ze wilden ook wel andere kleuren. Een andere relevante groep vormden de particulieren die verlichting binnenshuis wilden. Voor hun doeleinden was de neonbuis zeer onpraktisch: bij rood licht kun je niet lezen en de benodigde elektrische installatie (in verband met hoge voltage) was erg duur. Industriëlen die ook belang hadden bij

goede binnenverlichting voor hun fabriekshallen vormden ook een relevante groep. Voor deze groep was het probleem van het rode licht even groot als voor de groep particulieren. De dure elektrische installaties vormden een minder groot probleem vanwege lagere overheadkosten. Voor de gloeilampindustrie, tenslotte, betekende het artefakt neonbuis een bedreiging voor hun marktpositie. Voor drie van de vier groepen speelde het kleurprobleem en voor dit probleem zijn tal van oplossingsvarianten overwogen en uitgetoetst (zie figuur 2). Tegen het einde van de jaren '20 was het mogelijk bijna alle gewenste kleuren te realiseren door verschillende gasmengsels te gebruiken en/of de buizen te coaten met een laag fluoriserend materiaal. Een probleem van een sociale groep wordt vaak niet opgelost binnen de groep zelf: het kan 'geadopteerd' worden door een andere groep, waarin men wel oplossingen tracht te realiseren. Het probleem van de eerste groep wordt dan 'vertaald' tot een probleem dat voor de tweede, adopterende groep, relevant is. Het klassieke 'markt-



figuur 2: oplossingen rond het kleurprobleem.

pull'-schema waarin vragen vanuit de konsumenten de motor zijn voor innovaties is hiervan een voorbeeld: de groep producenten 'adopteert' een probleem van een groep konsumenten of potentiële konsumenten. Oplossingsvarianten hoeven niet noodzakelijk technisch van aard te zijn. Sommige problemen kunnen ook juridisch of sociaal opgelost worden. In het voorgaande voorbeeld werd de gloeilampindustrie General Electric genoemd als een groep die zijn monopolie positie in de USA bedreigd zag door de Claude Company. General Electric had kunnen proberen dit probleem technisch op te lossen door een eigen gasontladingsbuis te ontwikkelen of door de gloeilampen efficiënter te maken. Het werd echter een niet-technische oplossing: General Electric en de Claude Company kwamen overeen de markt te verdelen: Claude Company zou alleen produceren voor buitenverlichting en General Electric alleen

voor binnenverlichting.

Selektie van één van de oplossingsvarianten betekent een aanpassing van het artefakt in die richting. Het nieuwe artefakt dat hieruit resulteert, zal weer een nieuwe set problemen genereren bij de groepen die met dat artefakt te maken krijgen. Een analoge opeenvolging van variatie en selektie volgt. Het volgende deel uit de case-studie van de veiligheidsfiets biedt een voorbeeld van zo'n opeenvolging van problemen en oplossingen. Met het artefakt hoogwieler was een veiligheidsprobleem verbonden: een steen op de weg, loslopende dieren of het te abrupt remmen, konden de hoogwieler gemakkelijk over de kop laten slaan. Eén van de oplossingsvarianten van dit probleem was het kleiner maken van het voorwiel. Hierdoor echter zou de topsnelheid dalen. Dit betekende weer een probleem voor de groep 'young men of means and nerve' voor wie de hoge snelheid de hoogwieler juist aantrekkelijk maakte. Kleinere wielen waren bovendien gevoeliger voor oneffenheden op de wegen waardoor ze minder comfortabel reden. Dit trillingsprobleem gold zowel voor degenen die de hoogwieler al bereden als voor mensen die na het wegnemen van de grootste onveiligheid de tweewieler gingen berijden. Uiteindelijk is het snelheidsprobleem opgelost door indirecte aandrijving met een versnellingsfaktor en het trillingsprobleem door de luchtband.

Hoewel we spreken van de evolutie van een technisch artefakt en de darwiniaanse termen 'variatie' en 'selektie' gebruiken, willen we benadrukken dat we 'variatie' en 'selektie' niet als onafhankelijk van elkaar beschouwen (6) (zoals in de neo-darwiniaanse evolutieeler wel het geval is). Een artefakt verandert door het opnemen van bepaalde oplossingen. Dit resulteert in nieuwe betekenissen van het artefakt en nieuwe problemen. Artefakten hebben zo geen duidelijk konstante betekenis over een langere periode. Om dit te aksentueren spreken we over de 'aanpassing van een artefakt in de richting van een bepaalde oplossing'. Bovendien kan er sprake zijn van een tweezijdige aanpassing. Niet alleen de aanpassing van het artefakt aan de eisen van een bepaalde sociale groep komt voor, maar ook



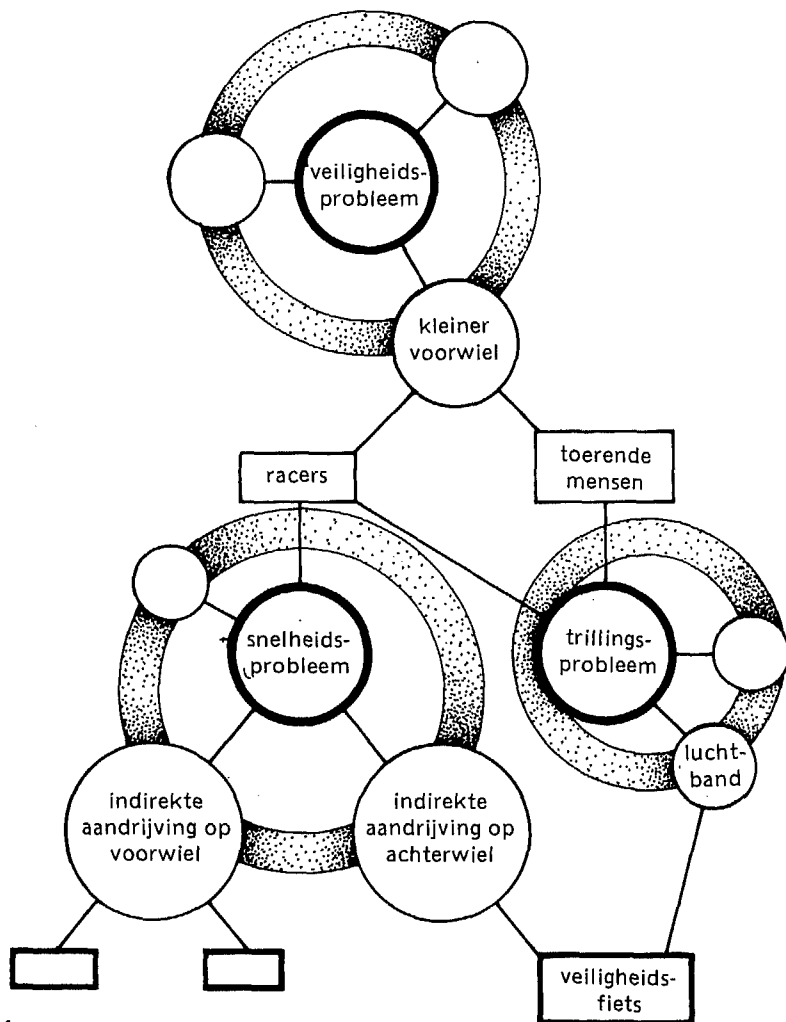
figuur 3: het veiligheidsprobleem.

kunnen de eisen en wensen aangepast worden aan de technische (on)mogelijkheden van een artefakt. Zo werd de industriële vormgeving van bakelietprodukten aangepast aan de technische beperkingen die het gietproces stelde. (Om het verschil met de biologische evolutie aan te duiden: een tweezijdige aanpassing zou betekenen dat een boom zich aanpast aan een giraffe met korte nek, door lager te gaan groeien.) Het evolutionaire karakter van ons beschrijvingsmodel levert een niet-lineair beeld van tech-

nologische ontwikkeling op. Bovendien hebben de verschillende elementen in deze beschrijving geen konstante betekenis: sociale groepen ontstaan en verdwijnen, artefakten veranderen van betekenis.

## Stabilisatie

Het in het voorafgaande beschreven ontwikkelingsproces leidt niet eenvoudig tot 'De Innovatie', maar resulteert in oplos-



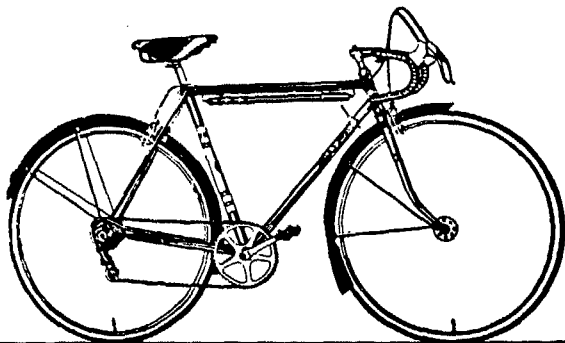
figuur 4: opeenvolging variatie- en selectieprocessen.

singsvarianten die in meer of mindere mate stabiliseren. Tijdens dit stabilisatieproces worden bepaalde gebruiksvoorwerpen in steeds grotere mate gezien als bevredigende oplossing voor de problemen van een sociale groep. In de laatste fase van het stabilisatieproces is het niet meer nodig om expliciet te refereren aan alternatieven om de geaksepteerde oplossing te rechtvaardigen. Door deze procesmatige benadering verbreedt bijvoorbeeld de gebeurtenis 'de uitvinding van de veiligheidsfiets' (1884) zich tot een 19-jarig proces (1879-1896). In het begin van deze periode (1879) zien de relevante sociale groepen niet 'de veiligheidsfiets' maar een breed scala van twee- en driewielers waaronder een nogal lelijke 'crocodile-like' tweewieler met een relatief klein voorwiel en achterwielaandrijving met behulp van een ketting (Lawson's Bicycleette). Aan het einde van deze periode associeerden men het woord 'veiligheidsfiets' direct met een tweewieler met twee wielen van gelijke grootte, ketting-aandrijving op het achterwiel, luchtbanden en een ruit-frame. Nadat dit artefakt algemeen geaksepteerd was (1896), hoefde men al deze eigenschappen niet meer te specificeren als men over de 'veiligheidsfiets' praatte: ze hoorden er 'natuurlijk' bij.

Dit proces kan beschreven worden in termen van toenemende stabilisatie van betekenistoekenningen. Deze stabilisatie kan gemeten worden door het afnemend gebruik van verklarende indices bij het woord 'veiligheidsfiets'. We gebruiken het concept 'reïfikatie' om deze stabilisatie van betekenistoekenningen te beschrijven. Een tech-

nisch artefakt heeft een hoge graad van reïfikatie in de bepaalde sociale groep, als het niet nodig is om allerlei verklarende en verduidelijkende omschrijvingen eraan toe te voegen om binnen die groep te weten waar je het over hebt. Een dergelijk concept is nodig voor een beschrijvingsmodel waarin de sociale konstruktie centraal staat: we zijn niet in de eerste plaats geïnteresseerd in het materiële bestaan van een voorwerp, maar in zijn bestaan in het bewustzijn van relevante sociale groepen. Om het voorbeeld van de Macmillan tweewieler weer aan te halen: we zullen deze tweewieler niet primair op z'n technische inhoud analyseren om een antwoord te kunnen geven op vragen zoals 'is dit nu echt De Eerste?', maar in onze manier van kijken zijn andere vragen van belang, zoals 'voor welke sociale groepen had het de betekenis van een tweewieler met achterwielaandrijving?' en als we niet dergelijke groepen kunnen vinden: 'waarom niet?'; als ze er wel waren: 'waarom kreeg deze tweewieler dan geen hogere graad van reïfikatie in die andere sociale groepen?'

Nauw verwant aan, maar niet identiek met sociaal-kulturele stabilisatie is economische stabilisatie. Zo heeft een artefakt waarvan de producent een gefundeerde schatting heeft dat productie economisch rendabel is, een hogere mate van economische stabilisatie dan een artefakt dat slechts in de vorm van een prototype is gerealiseerd. Een artefakt dat reeds heeft bewezen dat er een markt voor is, heeft een nog hogere graad van economische stabilisatie. Zowel reïfikatie als economische stabilisatie zijn nodig



figuur 5: 'de fiets'.

om het stabilisatieproces van een technologisch artefact te beschrijven. Een gestabiliseerd artefact wordt vanzelfsprekend geaccepteerd als een 'natuurlijk' onderdeel van het sociaal-kulturele en economische landschap.

## Inperken

Hoe hoger de graad van reïfikatie van een artefact van een sociale groep, des te meer zal — veronderstellen we — de structuur van de realiteit zoals die door deze groep ervaren wordt, worden bepaald door dit artefact. Een in sterke mate gereïficeerd artefact beperkt het aantal mogelijke probleemdefinities en daarmee ook het domein van mogelijke oplossingen. Om dit soort conceptuele beperkingen te beschrijven zullen we het concept 'technologische stijl' gebruiken. Dit concept achten we bruikbaar bij de beschrijving van alle relevante sociale groepen, dus ook van die groepen die niet direkt betrokken zijn bij het technologische onderzoek. In die zin is de term 'technologische stijl' meer verwant aan Fleck's concept 'denkstijl' (7) dan aan paradigma' of 'technologisch regime' (8). Iemand met een grote betrokkenheid ('inklusië') in een technologische stijl (in Fleck's woorden: een lid van de esoterische kring) denkt, handelt enervaart in grote mate in termen van die stijl. Iemand met een lage inklusië in die stijl (lid van exoterische kring in Fleck's tweedeling) zal sneller probleemdefinities en oplossingsvarianten aksepteren die niet met die stijl overeenkomen.

Om het bovenstaande te verduidelijken een voorbeeld uit de textielmachine-industrie: de ontwikkeling van de spoelloze weefmachine van de firma Sulzer. Van oudsher was de technologische stijl van die schietspoel dominant in de textielmachine-industrie. Binnen deze technologische stijl konden een aantal problemen van het mechanisch weefgetouw worden opgelost, maar niet alle problemen: de betrekkelijk zware schietspoel was gevaarlijk, maakte erg veel lawaai en kostte veel energie. De oplossingsvariant van de spoelloze weefmachine werd uitgedacht door een ingenieur

die weliswaar in de textielindustrie gewerkt had, maar niet in die technologische stijl opgeleid was. Zijn idee was de zware schietspoel te vervangen door een klein, licht gripperprojectiel. Het bleek weer moeilijk om deze oplossing binnen de bestaande textielmachine-industrie te realiseren. Uiteindelijk is de ontwikkeling van de projectielweefmachine overgenomen door de firma Sulzer, een machinefabriek die op dat moment gespecialiseerd was in dieselmotoren en hydraulische machines. Binnen de Sulzerfirma was men niet opgeleid in de technologische stijl van de schietspoel en kon men onbevooroordeeld tegen het idee van een projectiel aankijken. Hierdoor schatten ze de potentiële mogelijkheden van een projectielmachine vermoedelijk beter in.

## Problemen, oplossingen

In dit artikel hebben we niet meer kunnen doen dan het schetsen van een beschrijvingsmodel en het toelichten hiervan aan de hand van empirisch materiaal uit onze case studies. Verdere uitwerking hiervan zal ongetwijfeld leiden tot nadere specificaties en meerdere onderscheidingen. We zullen hier in het kort nog even ingaan op ideeën die we daar nu over hebben. We denken dat het zinvol is onderscheid te maken tussen artefacten waarvoor het nodig is een nieuw produktiesysteem op te zetten en producten die gerealiseerd kunnen worden binnen bestaande produktiesystemen. Zo werd de tweewieler op industrieel nivo in eerste instantie geproduceerd in de bestaande engelse naaimachine-industrie. Door de lage kapitaalsinvesteringen en de lage produktiekosten konden veel verschillende varianten geproduceerd worden, zonder al te veel financiële risico's. Hierdoor kon de selectie uit deze varianten grotendeels 'op straat' plaatsvinden. De verschillende groepen rijwielgebruikers hadden direkt invloed op het selektiegedeelte van de technologische ontwikkeling. (In sommige gevallen zelfs op het variatiegedeelte: de tandarts Dunlop ontwikkelde een luchtband voor de fiets van zijn zoontje, omdat deze volgens zijn arts te veel last had van het trillen.) Daarentegen was de ontwikkeling van de Sulzer-



weefmachine zeer kapitaalintensief. Het verloop van deze technologische ontwikkeling is in dit geval waarschijnlijk minstens zo zeer bepaald door financiële en economische problemen als door technische of sociale problemen. Bovendien heeft mede daardoor het variatie- en selectieproces grotendeels binnen de deuren van de fabriek plaatsgevonden.

Een tweede onderscheid dat we maken heeft betrekking op de probleemoplossingsstructuur van het ontwikkelingsproces. We verwachten dat artefakten die een oplossing vormen voor een reeds lang onderkend en belangrijk probleem een andere ontwikkeling doormaken (probleem → oplossingsstructuur) dan voorwerpen die min of meer toevallig of in een andere kontekst ontwikkeld zijn en waarvoor een toepassing (= probleem) gezocht moet worden (oplossing → probleemstructuur). Voor het eerste geval is de Sulzerweefmachine een duidelijk voorbeeld: deze spoelloze weefmachine loste de problemen op, die de zware schietspoel met zich mee bracht. Aluminium daarentegen is een voorbeeld van een ontwikkelingsproces met een oplossing → probleemstructuur: eerst was er aluminium, als produkt van vooral wetenschappelijke activiteiten, en pas daarna werden er problemen (= toepassingen) voor gezocht. Een interessant aspect hiervan is de manier waarop de betekenis die aan aluminium werd toegekend veranderde met het verschuiven van de probleemdefinities. Zo werd het aluminium op de Parijse Wereldtentoonstelling (1855) beschreven als 'zil-ver uit klei' en werd het gebruikt voor het vervaardigen van sieraden en bestek. Een probleem waarvoor aluminium bij uitstek een geschikte oplossing was, namelijk de behoefte aan een licht en stevig konstruktie-materiaal, ontstond pas met de komst van de vliegtuigindustrie, vijftig jaar later. Het onderscheid tussen deze twee typen structuren in het ontwikkelingsproces, heeft analogieën met het economische onderscheid 'market pull' (een markt vraag is aanleiding tot een technologische ontwikkeling) versus 'science and technology push' (resultaten van wetenschappelijke en technologische activiteit vormen de aanleiding tot een technologische ontwikke-

ling).

Waartoe verdere uitwerking ook moge leiden, onze aanpak wil in elk geval een alternatief zijn voor de hedendaagse tradities (of denkstijlen) in de techniekgeschiedenis en het innovatie-onderzoek, zoals die zeer beknopt in de inleiding geschetst zijn. We menen dat het op het nivo van sociale interacties en sociale interpretaties mogelijk is uitspraken te doen over regelmatigheden in het ontwikkelingsproces op basis van een zestal kwalitatieve case-studies. Deze case-studies en het geschetste beschrijvingsmodel moeten het middel leveren, waarmee we tussen de Scylla van puur theoretische analyse zonder empirische basis en de Charibdis van een overvloed aan empirisch materiaal zonder theoretische perspectieven door kunnen zeilen.

#### Noten:

1. K. Hausen und R. Rürup (eds), *Moderne Technikgeschichte*, Köln, 1975.
2. M. Daumas, 'De geschiedenis van de techniek: onderwerp, begrenzingsen en methoden', in: E.J. Fischer, *Geschiedenis van de techniek*, 1980, oorspronkelijk in: 'Revue d'histoire des sciences et de leur applications', 22, (1969), pp. 5-32.
3. Zie bijvoorbeeld het themanummer: H.M. Collins (ed.), *Knowledge and Controversy*, Social Studies of Science, 11 (1981).  
Er zijn welnu vergelijkbare studies naar de ontwikkeling van techniek. We noemen er twee: Michel Callon, *Pour une Sociologie des Controverses Technologiques*, Fundamenta Scientiae, 2 (1981) en Pieter Weeder & Do Kester, *Variatie en selectie. De konstruktie van een industrieel produkt*, Kennis & Methode, 6 (1982).
4. De zes case-studies zijn aluminium (1854-1909), Bakeliet (1906-1919), TL-buls (1910-1940), veiligheidsfiets (1879-1898), Sulzer-weefmachine (1928-1951) en de transistor (1945-1951).
5. We gebruiken de term 'artefakt' voor zowel materiële produkten als voor produktieprocessen. De Bicycleette van Lawson en het Hall-Heroult-proces voor de produktie van aluminium zijn in ons beschrijvingsmodel technische artefakten.
6. In de meeste evolutiemodellen die in de wetenschapsfilosofie worden gebruikt, zijn variatie- en selectieprocessen in meer of mindere mate aan elkaar gekoppeld. Vgl. S. Toulmin, *Human Understanding*, Vol. I, Oxford, 1974, p. 338.
7. L. Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, Frankfurt am Main, 1980. Eerste publikatie in 1935. (Engelse vertaling Chicago, London, 1976.)
8. R.R. Nelson and S.G. Winter, *In search of a useful theory of innovation*, Research Policy, 6 (1977), pp. 36-76.